

51

Int. Cl. 3:

H 04 R 17/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 29 14 608 A 1

D3

11

# Offenlegungsschrift

29 14 608

21

Aktenzeichen:

P 29 14 608.5

22

Anmeldetag:

11. 4. 79

43

Offenlegungstag:

23. 10. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Elektroakustischer Wandler

71

Anmelder:

Sennheiser electronic KG, 3002 Wedemark

72

Erfinder:

Kock, Gerhard, Dipl.-Ing.; Rutschke, Wolfgang, Dipl.-Ing.;  
3002 Wedemark

DE 29 14 608 A 1

### Patentansprüche

- ① Wandler nach dem piezoelektrischen Prinzip zur Wandlung von sich in fluiden oder festen Medien ausbreitenden Schalls in elektrische Signale oder umgekehrt, wobei das piezoelektrische Element aus einer Folie mit piezoelektrischen Eigenschaften besteht, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das schallübertragende Medium an eine elektrisch inaktive Membran angekoppelt ist, welche als Biegeschwinger eingespannt und mit der piezoelektrischen Folie über mechanische Übertragungsglieder derart indirekt gekoppelt ist, daß einerseits eine Verformung der inaktiven Membran eine Zugkraft zumindest in Richtung der piezoelektrischen Vorzugsrichtung der Folie ausübt und andererseits durch die Wahl des Übersetzungsverhältnisses der mechanischen Übertragungsglieder die Impedanz der piezoelektrischen Folie näherungsweise der durch die inaktive Membran und das angekoppelte Medium gebildeten Impedanz angeglichen ist.
2. Wandler nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwei Übertragungselemente entgegengesetzt in der Nähe der Einspannlinie der Membran angeordnet sind und eine streifenförmige piezoelektrische Folie zwischen den Übertragungselementen in Richtung der piezoelektrischen Vorzugsrichtung gespannt ist.
3. Wandler nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mehrere Übertragungselemente paarweise einander entgegengesetzt in der Nähe der Einspannlinie der Membran angeordnet sind und eine entsprechende Anzahl von piezoelektrischen Folienstreifen einander kreuzend, jedoch elektrisch voneinander isoliert, in Richtung ihrer piezoelektrischen Vorzugsrichtung zwischen den Übertragungselementen gespannt sind.

- 2 -

- 2 -

4. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungselemente kreisförmig in Nähe der Einspannlinie der Membran angeordnete und aus dem Membranmaterial geprägte Sicken sind, über welche eine der Form der Membran entsprechende piezoelektrische Folie mit beliebiger Vorzugsrichtung gespannt ist.
5. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungselemente kreisförmig in Nähe der Einspannlinie der Membran angeordnete und aus dem Membranmaterial geprägte Sicken sind, über welche eine der Form der Membran entsprechende piezoelektrische Folie gespannt ist, deren piezoelektrische Vorzugsrichtung radial gerichtet ist.

Sennheiser electronic KG  
Wennebostel, 3002 Wedemark 2

. 3.

S 922  
05. April 1979

### Elektroakustische Wandler

Gegenstand der Erfindung ist ein Wandler nach dem piezoelektrischen Prinzip zur Wandlung von sich in fluiden oder festen Medien ausbreitenden Schalls in elektrische Signale oder umgekehrt, wobei das piezoelektrische Element aus einer Folie mit piezoelektrischen Eigenschaften besteht.

Piezoelektrische Wandler mit einem aktiven Element aus einer piezopolymeren Folie zum Beispiel aus Polyvinylidenfluorid, gehören zum Stand der Technik. Um die piezoelektrischen Eigenschaften der Folie nutzen zu können, wird dieselbe vorzugsweise in eine gewölbte Form gebracht. In den deutschen Offenlegungsschriften 25 06 708, 25 06 709 oder 25 06 711 werden Wandler beschrieben, bei denen die mechanische Vorspannung der Folie durch ein Schaumstoffpolster mit geeigneter Form erzielt wird. Auch die freie Spannung in Form eines Sattels mittels geeigneter Spannrahmen ist zum Beispiel durch die deutsche Offenlegungsschrift 25 06 556 bekanntgeworden. Allen diesen Wandlern ist gemeinsam, daß die piezoelektrische Folie als Membran direkt an das Schallfeld angekoppelt ist.

Diesen Wandlern sind erhebliche Nachteile zu eigen, die daher rühren, daß die Vorspannung der Membran durch ihre eigenen Eigenschaften oder die des Schaumstoffpolsters bedingt sind. Diese Folien beziehungsweise Schaumstoffe sind bekannterweise stark temperatur- und/oder feuchteabhängig, wodurch die akustischen Eigenschaften der Wandler stark streuen und auch zeitlichen Veränderungen unterliegen. Durch die Formgebung der Membran treten Partialschwingungen auf, die Form selber ändert sich bei Steife- und Längenänderung des Folienmaterials, so daß eine klangtreue Übertragung über einen längeren Zeitraum nur schwer zu erreichen ist.

Ein wesentlicher Nachteil liegt auch darin, daß das schallübertragende Medium direkt an die Folie angekoppelt ist und somit deren Eigenschaften stark beeinflußt.

030043/0259

Es liegt daher nahe, das elektrisch aktive Piezoelement indirekt durch eine an das Schallfeld angekoppelte Membran anzutreiben. Solche Wandler, insbesondere mit piezokeramischen Elementen, sind seit langem bekannt. Auch der indirekte Antrieb von piezoelektrischen Folien ist bereits in der GB-PS 1.383.078 beschrieben. Wandler nach dieser britischen Patentschrift weisen jedoch ebenfalls erhebliche Nachteile auf, die durch die Art der Kopplung von Membran und elektrisch aktivem Element bedingt sind. Die membranmittige Kopplung behindert die Membran im freien Schwingen und das Folienelement vibriert nur maximal auf der Amplitudenweite der Membran, wodurch der Wirkungsgrad der Anordnung beschränkt ist.

Hier setzt nun die Erfindung ein, indem sie einen Weg aufzeigt, die Nachteile der beschriebenen Wandlerysteme zu vermeiden. Aufgabe ist es, einen Wandler derart zu schaffen, daß im Wandlungsprozeß auf das piezoelektrische Element nur Zugkräfte ausgeübt werden.

Die Lösung bei einem Wandler der oben genannten Art besteht darin, daß das schallübertragende Medium an eine elektrisch inaktive Membran angekoppelt ist, welche als Biegeschwinger eingespannt und mit der piezoelektrischen Folie über mechanische Übertragungsglieder derart indirekt gekoppelt ist, daß einerseits eine Verformung der inaktiven Membran eine Zugkraft zumindest in Richtung der piezoelektrischen Vorzugsrichtung der Folie ausübt und andererseits durch die Wahl des Übersetzungsverhältnisses der mechanischen Übertragungsglieder die Impedanz der piezoelektrischen Folie näherungsweise der durch die inaktive Membran und das angekoppelte Medium gebildeten Impedanz angeglichen ist.

Zweckmäßige Ausgestaltungen eines Wandlers nach der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Nachfolgend wird ein erfindungsgemäßer Wandler an Hand der Zeichnung beispielsweise beschrieben, wobei in

Fig. 1                    ein Wandler im Querschnitt und in den  
Fig. 2 und 3           Einzelheiten von zweckmäßigen Ausbildungsformen  
                         der Membran

030043/0259

gezeigt sind.

In der Fig. 1a ist ein Wandler nach der Erfindung im Querschnitt dargestellt. Ein Wandlergehäuse 1 ist durch eine mit Schalleinlaß- oder Austrittsöffnungen 3 versehene Platte 2 abgeschlossen. Eine Membran 4, die vorzugsweise aus Metallblech besteht, ist in den Lagerringen 5 u. 6 gelagert. Die Ausbildung der Lager ermöglicht eine Biegeschwingung der angeregten Membran. Diese Membran 4 schließt ein Volumen 7 ab, dessen Größe die akustischen Eigenschaften des Wandlers mit bestimmt. In diesem Volumen ist vor Umwelteinflüssen geschützt als aktives Element des Wandlers eine Folie 8 mit piezoelektrischen Eigenschaften, zum Beispiel aus Polyvinylidenfluorid, angeordnet. Über die Übertragungsglieder 9 und 10 wird auf die Folie 8, die im einfachsten Fall ein Folienstreifen sein kann, bei Vibration der Membran 4 eine Zugkraft ausgeübt, die zur Erzeugung einer elektrischen Spannung führt. Diese Spannung wird in bekannter Weise über metallbedampfte Oberflächen der Folie abgeleitet. Da diese Technik als bekannt vorausgesetzt werden kann, sind Einzelheiten der elektrischen Spannungszuführung hier nicht gezeigt und beschrieben.

Umgekehrt kann der Folie auch eine Signalspannung zugeführt werden. Die hierdurch in der Folie auftretenden Zugkräfte bewirken über die Übertragungsglieder eine Durchbiegung der Membran und dadurch eine Schallabstrahlung.

Einzelheiten der Einspannung der Membran und der Kopplung mit der piezoelektrischen Folie sind in vergrößertem Maßstab in Fig. 1b gezeigt. Hier ist dargestellt, wie durch die Hebelwirkung der Übertragungsglieder, von denen hier nur das Übertragungsglied 9 gezeichnet ist, bei Ausbiegung der Membran 4 eine Zugkraft auf die Folie 8 ausgeübt wird. Durch eine geeignete Bemessung der Höhe  $h$  der Übertragungsglieder wird die Impedanz der piezoelektrischen Folie näherungsweise der Impedanz angeglichen, die durch die Membran mitsamt dem angekoppelten, schalleitenden Medium gebildet wird. Durch diese Maßnahme kann der Wandlungs-Wirkungsgrad optimal eingestellt werden. Die Zugkräfte werden in Richtung der piezoelektrischen Vorzugsrichtung der Folie eingeleitet und ergeben ohne eine weitere Verformung der Folie die maximal mögliche Ausgangsspannung, sofern der Wandler als Mikrofon betrieben wird.

Die Vorteile des Wandlers liegen bei Verwendung einer Metallmembran darin, daß die an sich schlechten thermischen Eigenschaften der piezoelektrischen Folie weitestgehend eliminiert werden. Weiterhin befindet sich die Folie geschützt in einem durch die Membran abgeschlossenen Volumen, welches durch die Anordnung der Folie sehr flach gehalten und somit akustisch gut angepaßt werden kann.

In Fig. 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform der Membran für einen Wandler nach der Erfindung dargestellt. In der Aufsicht ist eine kreisrunde Membran 4 mit den Übertragungsgliedern 9 und 10 gezeigt, zwischen denen ein piezoelektrischer Folienstreifen 8 gespannt ist. Die piezoelektrische Vorzugsrichtung ist durch einen Doppelpfeil gekennzeichnet. Durch die Anordnung von mehreren Folienstreifen, die elektrisch in Reihe geschaltet sein können, kann der Wirkungsgrad des Wandlers gesteigert werden. Die Übertragungsglieder 9 und 10 bzw. weitere Paare befinden sich zweckmäßigerweise in der Nähe der Einspannlinie 11.

Eine Weiterbildung dieses Wandlers führt zu der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform einer Membran, bei der die Übertragungsglieder aus einer Vielzahl von in die Membran geprägten Sicken 12 bestehen, über die eine Folie gespannt ist. Wird das vorzugsweise ebenfalls kreisrunde Folienstück aus einem Folienmaterial mit piezoelektrischer Vorzugsrichtung gestanzt, so kann eine piezoelektrische Wirkung nur in einem bestimmten Bereich erwartet werden. Die Montage ist jedoch stark vereinfacht, da beim Aufbringen des Folienstückes auf die Übertragungsglieder nicht auf die Vorzugsrichtung geachtet werden muß.

Ein besonders hoher Wirkungsgrad wird jedoch erzielt, wenn das piezoelektrische Folienstück durch geeignete Reckung vom Mittelpunkt aus eine radiale Vorzugsrichtung erhält, wie durch die Pfeile 13 in der Fig. 3 angegeben ist.

-7-  
Leerseite



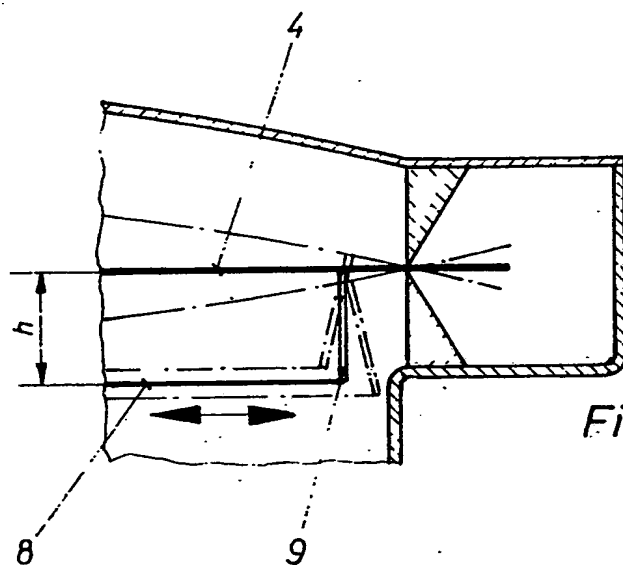
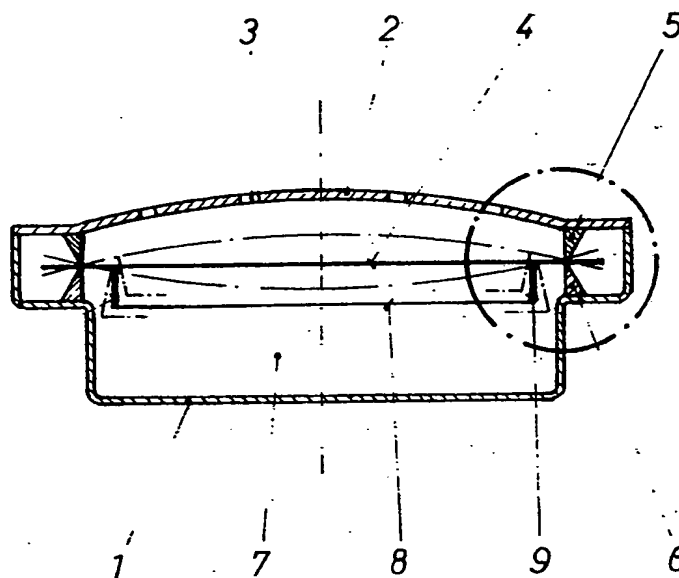
Nummer:  
Int. Cl.2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

29 14 608  
H 04 R 17/00  
11. April 1979  
23. Oktober 1980

- 9 -

2914608

S 922



030043/0259

BEST AVAILABLE COPY

- 8 -

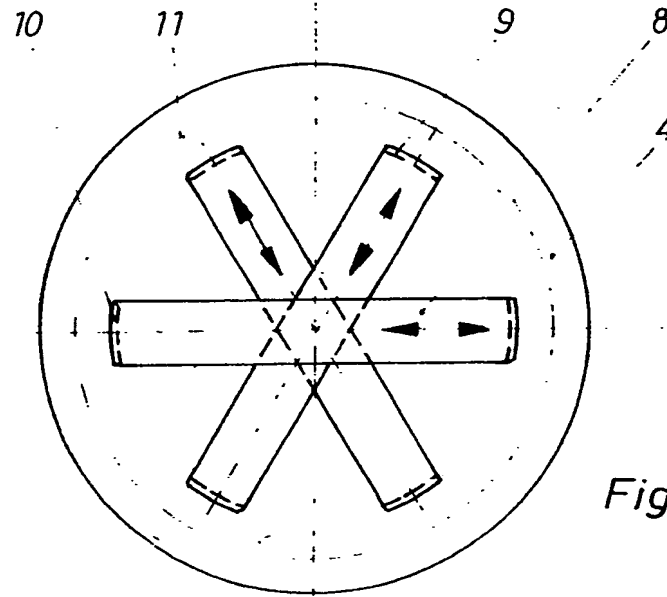


Fig. 2

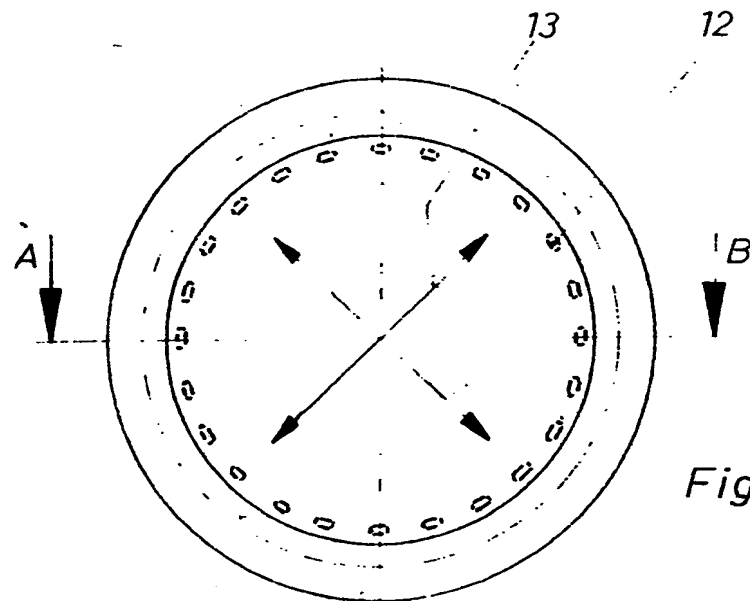


Fig. 3



Schnitt A-B

030043/0259

BEST AVAILABLE COPY